

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 08 785 A 1

51 Int. Cl.⁶:
C 02 F 11/08
B 03 B 9/06
B 09 B 1/00
C 12 P 5/02
C 10 L 3/00

21 Aktenzeichen: 195 08 785.2
22 Anmeldetag: 3. 3. 95
43 Offenlegungstag: 28. 9. 95

480172

05

DE 195 08 785 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31
10.03.94 DE 44 08 673.3

71 Anmelder:
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

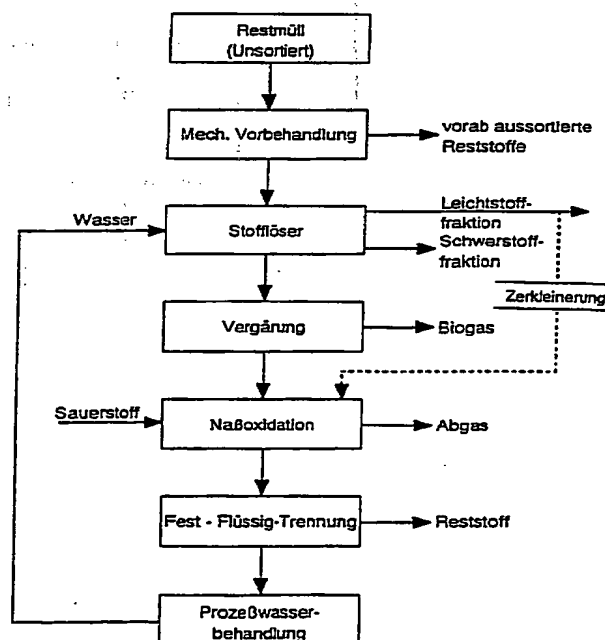
74 Vertreter:
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

72 Erfinder:
Adami, Hans Dieter, Dipl.-Ing., 51503 Rösrath, DE;
Daun, Manfred, Dr.-Ing., 41564 Kaarst, DE;
Heyderhoff, Babette, Dipl.-Ing., 40885 Ratingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Anlage zur Behandlung von Restmüll

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Restmüll durch Vergärung einer nach einer mechanischen Vorbehandlung durch Lösen organischer Bestandteile des Restmülls in Prozeßwasser gewonnenen Suspensionen, wobei Biogas als verwertbarer Brennstoff erzeugt und aus der Vergärung ein Schlamm abgezogen wird. Erfindungsgemäß wird der Schlamm einer Naßoxidation unterzogen; die verbleibenden Feststoffe werden nach der Naßoxidation vom Prozeßwasser abgetrennt und das Prozeßwasser wird einer Abwasseraufbereitung unterzogen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.



DE 195 08 785 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08.95 508 039/585

6/31

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Restmüll gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens.

Bei der heutigen Entsorgung von gewerblichen Abfällen und Haushaltsmüll wird teilweise bereits bei der Sammlung der Abfälle eine zumindest grobe Trennung nach Stoffgruppen angestrebt, um eine möglichst weitgehende Rezyklierung von wiederverwertbaren Rohstoffen zu ermöglichen. So werden beispielsweise Pappe und Papier einerseits und Kunststoffe, Metalle und Verbundwerkstoffe andererseits separat erfaßt. Darüber hinaus gibt es aber eine Kategorie, die als Restmüll bezeichnet wird und die ein Konglomerat unterschiedlicher Substanzen beinhaltet. Zum Restmüll gehören auch die Fraktionen, die bei der Aufbereitung der vorsortiert erfaßten Abfallfraktionen, in denen immer wieder artfremde Stoffe zu finden sind, aussortiert werden. Der Restmüll umfaßt insbesondere biogene Stoffe (z. B. Küchenabfälle), Kunststoffabfälle, Verbundwerkstoffe, Windeln, Pappe, Papier, Textilien und auch inerte Stoffe (z. B. Glas, Asche oder sonstige Mineralien) sowie Metalle.

Angesichts der immer knapper werdenden Deponiekapazitäten und der in diesem Zusammenhang immer strenger werdenden Vorschriften für deponierbare Stoffe sowie der steigenden Deponiekosten wird es immer dringender, den Restmüll so aufzuarbeiten, daß durch weitgehenden Abbau der organischen Inhaltsstoffe sowie eluierteste Einbindung anorganischer Schadstoffe eine problemlose Deponierung bei einem möglichst geringen anfallenden Volumen möglich ist.

Die Möglichkeit, Restmüll in Müllverbrennungsanlagen zu entsorgen, ist seit vielen Jahren bekannt. Wegen der außerordentlichen Vielfalt der im Restmüll enthaltenen einzelnen Stoffe kommt es jedoch bei der Verbrennung zur Bildung unerwünschter, teilweise extrem giftiger chemischer Verbindungen, die eine außerordentlich aufwendige Reinigung der Verbrennungsabgase erforderlich machen. Der Bau neuer Verbrennungsanlagen läßt sich vielfach wegen der entgegenstehenden öffentlichen Meinung kaum durchsetzen.

Aus Abfall-Wirtschaft, Neues aus Forschung und Praxis, 1. Auflage 1994, Abschnitt "Anaerobe und aerobe Behandlung von Restmüll", Seite 571 bis 719, ist es bekannt, zur Restmüllbehandlung die an sich bekannten Verfahren der Vergärung und der Verrottung (Kompostierung) zu verwenden. Die Vergärung führt zur Entstehung von Biogas (im wesentlichen CH_4), das als Brennstoff für beliebige Zwecke verwendet werden kann. Die Vergärung ist jedoch nicht zum Abbau aller organischen Stoffe geeignet. Beispielsweise werden Holz oder Kunststoffe dadurch nicht abgebaut. Hinzu kommt das Problem, daß die Intensität der Vergärung, also die Umsetzrate, sehr stark vom Gehalt an vergärbaren organischen Bestandteilen abhängt. Je größer der bereits abgebaute Anteil an den vergärbaren Stoffen ist, um so langsamer schreitet die weitere Vergärung voran. Dies hat zur Folge, daß die Verweilzeit des Materials im Vergärungsbehälter außerordentlich stark anwächst, je höher die Anforderungen an den Abbaugrad der organischen Stoffe gestellt werden. Hierdurch ergibt sich eine Verteuerung der Behandlungskosten und eine entsprechende Verringerung der jeweiligen Anlagenkapazität.

Auch der Verrottung sind hinsichtlich ihrer Abbaulei-

stung vergleichsweise enge Grenzen gesetzt. Holz, Gummi oder Kunststoffe beispielsweise werden nur sehr langsam bzw. praktisch nicht abgebaut.

Schließlich sind zahlreiche Verfahren und Einrichtungen zur NaBoxidation bekannt (z. B. EP-B 0 018 366). Bei der NaBoxidation werden die zu oxidierenden Stoffe in einer Suspension oder Emulsion mit Wasser unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur mit Sauerstoff zur Reaktion gebracht. Die Temperatur kann dabei etwa unterhalb der kritischen Temperatur des Wassers (unterkritische NaBoxidation) oder aber auch über der kritischen Temperatur (überkritische NaBoxidation) liegen. Der für die Durchführung der Reaktion erforderliche Druck kann in oberirdischen Reaktoren durch entsprechende Pumpen- und Kompressorleistung erzeugt werden oder entsteht in vorteilhafter Weise durch den hydrostatischen Druck in einem Tiefschachtreaktor. Ein solcher Tiefschachtreaktor, der beispielsweise für die NaBoxidation von Klärschlämmen eingesetzt werden kann, hat üblicherweise eine Tiefe von etwa 1200 bis 1500 m. Die NaBoxidation verläuft im Gegensatz zur atmosphärischen thermischen Verbrennung bei erheblich geringeren Temperaturen ab (ca. 250 bis 450°C). Bei diesen Reaktionsbedingungen werden die im Einsatzmaterial vorhandenen organischen Verbindungen weitestgehend zerstört, ohne daß schädliche Verbindungen neu gebildet werden. Wegen des relativ niedrigen Temperaturniveaus ist die bei der NaBoxidation erzeugte Wärme in technischer Hinsicht allerdings nicht sonderlich gut zu nutzen. Für die Restmüllbehandlung wird die NaBoxidation bisher nicht eingesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Restmüllbehandlung sowie eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben, mit dem aus dem Restmüll Feststoffe erzeugt werden, die gemessen an der Einsatzmenge eine möglichst geringe Masse aufweisen und problemlos deponierbar oder als Rohstoff wiederverwertbar sein sollen. Die Reststoffe sollen insbesondere die von der deutschen Vorschrift TA-Siedlungsabfall geforderten Kriterien einhalten. Das bedeutet insbesondere, daß ein TOC-Wert von unter 3 Gew.-% (im festen Reststoff) gewährleistet sein soll. Weiterhin soll das Verfahren keine Freisetzung von Schadstoffen bewirken und eine gute Energienutzung ermöglichen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 10 näher gekennzeichnet. Eine Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Merkmale des Patentanspruchs 11 auf und ist durch die Merkmale der Unteransprüche 12 bis 17 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar.

Anhand des in der einzigen Figur dargestellten Fließschemas des Verfahrens wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert.

Ausgehend von einem unsortierten Restmüll, der insbesondere aus organischen Haushaltsabfällen wie Küchenabfällen, Papier, Kunststoffe, Glas, Asche, Holz usw. besteht, wird zunächst eine mechanische Vorbehandlung dieses Restmülls durchgeführt. Diese Vorbehandlung kann insbesondere im Aufreißen von Behältern (z. B. Plastiksäcke), einer Grobzerkleinerung und einer anschließenden Siebung bestehen. Angestrebt wird eine Zerkleinerung auf eine Teilchengröße von maximal etwa 200 mm. Der Feinanteil sollte dabei möglichst niedrig bleiben. Die eingesetzte Siebeinrichtung hat daher etwa eine Maschenweite von 200 mm. Über die Siebeinrichtung können insbesondere sperrige Gü-

ter, die für den nachfolgenden Verfahrensablauf unerwünscht sind, ausgeschleust werden. Zweckmäßigerweise sollte in der mechanischen Vorbehandlung auch eine Magnetausscheidung zur Abtrennung von Metallen vorgesehen sein.

Die mechanisch aufbereitete Restmüllfraktion wird dann in einem Stofflöser, der zweckmäßigerweise als Rührbehälter mit einem langsam laufenden Rührwerk ausgebildet ist, mit Wasser vermischt. Durch die Einwirkung des Wassers werden Stoffe wie Papier, Pappe, Küchenabfälle, Windeln u. dgl. langsam aufgelöst und führen zur Bildung einer Suspension. Die nicht löslichen Leichtstoffe wie etwa die äußere Kunststoffhülle von Windeln oder sonstige Kunststoffteile sowie Holz schwimmen auf der Suspension auf und können durch eine geeignete Abzugsvorrichtung ohne größere Probleme aus dem Stofflöser abgezogen werden. Die so abgetrennte Leichtstofffraktion könnte aus dem Verfahren ausgeschleust und anderweitig weiterverarbeitet werden. Es empfiehlt sich jedoch, die Leichtstofffraktion in einer Zerkleinerungseinrichtung auf eine kleine Korngröße zu zerkleinern, insbesondere auf eine Korngröße von maximal 5 mm, vorzugsweise unter 3 mm. Diese zerkleinerte Leichtstofffraktion wird dann, wie weiter unten beschrieben wird, in die Stufe der NaBoxidation eingeführt. Nicht lösliche Schwerstoffe wie etwa Glas oder Asche setzen sich am Boden des Stofflösers ab und können über eine entsprechende Abzugseinrichtung als Schwerstofffraktion aus dem Verfahren herausgeführt werden. Diese Schwerstoffe enthalten im Regelfall kaum noch organische Bestandteile und können ohne weiteres deponiert werden.

Die im Stofflöser erzeugte Suspension wird über eine Rohrleitung abgezogen und in eine an sich bekannte Einrichtung zur Vergärung geführt. Die in dieser Vergärungseinrichtung befindliche Bakterienmasse baut die enthaltenen vergärbaren Bestandteile unter Bildung von Biogas ab. Das Biogas kann durch eine Gasabzugseinrichtung ggf. nach einer Gasaufbereitung in einer Sammeleinrichtung aufgefangen oder aber unmittelbar einem anderen Prozeß als wertvoller Brennstoff zugeführt werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Vergärung nicht bis zum maximal möglichen Grad durchgeführt wird. In jedem Fall soll weniger als 90%, vorzugsweise weniger als 75% und besonders bevorzugt etwa 40 bis 60% der ursprünglich eingeführten vergärbaren Bestandteile umgesetzt werden. Die Verweilzeit in der Vergärungseinrichtung ist so bemessen, daß der in dieser Weise teilweise abgebaute Suspensionsstrom in die Stufe der NaBoxidation geführt wird.

Sofern die oben erwähnte zerkleinerte Leichtstofffraktion wieder in das Verfahren zurückgeführt wird, bietet es sich an, einen Mischer vor die NaBoxidationseinrichtung zu schalten, in dem die teilweise vergorene Suspension mit der Leichtstofffraktion vermischt wird, bevor beide in die NaBoxidation eingeführt werden. Als NaBoxidationseinrichtung empfiehlt sich besonders der Einsatz eines Tiefschachtreaktors, der unter unterkritischen Bedingungen betrieben wird. Wegen der starken Zerkleinerung der Leichtstofffraktion wird diese problemlos durch die Rohrleitungen der NaBoxidationseinrichtung geschleust. Die Vorgänge in einem NaBoxidationsreaktor sind im einzelnen bekannt und brauchen hier nicht näher dargelegt zu werden. Es kommt im vorliegenden Fall zu einer Oxidation der organischen Bestandteile, die sich in der Freisetzung von Wärme und Bildung von Abgas (insbesondere CO_2) äußert. Zweckmäßig ist es, die NaBoxidation mit einem stark mit Sau-

erstoff angereicherten Gasstrom oder sogar mit reinem Sauerstoff zu betreiben. Die aus der NaBoxidationseinrichtung abgeführte Feststoffsuspension beinhaltet bei geeigneter Verfahrensführung (ausreichende Verweilzeit und ausreichende Zufuhr von Sauerstoff) keine nennenswerten Anteile an organischen Substanzen mehr. Der TOC-Wert im Feststoff kann deutlich unter 3% gehalten werden. Die oxidierte Feststoffsuspension wird dann einer Fest-Flüssig-Trennung unterzogen, wobei hierfür zweckmäßigerweise eine Filterpresse oder eine Zentrifuge verwendet wird. Der abgetrennte feste Reststoff erfüllt die Deponiekriterien der TA-Siedlungsabfall, Anhang 2, und kann, sofern er nicht noch zu einer stofflichen Verwertung herangezogen wird, auf einer Deponie der Klasse 2 abgelagert werden. Das abgetrennte Prozeßwasser enthält im wesentlichen niedermolekulare organische Säuren sowie Ammonium, die in einer nachgeschalteten Abwasseraufbereitungsanlage eliminiert werden können. Das gereinigte Prozeßwasser wird zweckmäßigerweise wieder dem Stofflöser zugeführt, so daß ein geschlossener Wasserkreislauf erreicht werden kann.

Die in der NaBoxidationsstufe freigesetzte Wärme wird in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung über eine Fluidkühlung abgeführt und zumindest teilweise zur Beheizung der Vergärungsstufe genutzt. Diese ist zu diesem Zweck mit einem entsprechenden Wärmetauscher ausgestattet. Auf diese Weise kann eine außerordentlich gute energetische Nutzung des Restmülls sichergestellt werden. Die Vergärungsstufe liefert einen für beliebige Einsatzzwecke verwendbaren hochwertigen Brennstoff, während die auf niedrigerem Temperaturniveau anfallende Abwärme der NaBoxidation vorteilhaft in der Vergärung verwendet wird und deren Leistung steigert. Da die Vergärung bereits abgebrochen wird, bevor die Biogasproduktion ein sehr niedriges Niveau erreicht hat, ist die Volumenausnutzung der hierfür vorgesehenen Einrichtung besonders intensiv. Bezogen auf das Anlagenvolumen weist damit die Vergärungsstufe eine besonders hohe Leistung auf. Auf der anderen Seite führt die erfindungsgemäße Kombination einer teilweisen Vergärung mit einer anschließenden NaBoxidation dazu, daß das in die NaBoxidation eingeführte Material bereits teilweise abgebaut ist, so daß der Bedarf an zuführendem Sauerstoff, der einen wesentlichen Kostenfaktor darstellt, für den angestrebten Grad des Abbaus der oxidierbaren Substanzen wesentlich geringer ausfällt als bei einer Vorgehensweise, bei der ein mechanisch vorbehandelter Restmüll sofort in eine NaBoxidation gegeben würde. Die erfindungsgemäße Kombination bietet darüber hinaus nicht nur den Vorteil, daß lediglich eine einzige Prozeßwasseraufbereitung für die beiden Hauptprozeßstufen erforderlich ist und ein geschlossener Wasserkreislauf erreicht werden kann, sondern daß auch lediglich eine einzige Fest-Flüssig-Trennung zur Trennung des Prozeßwassers von dem feinteiligen Schlamm benötigt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Restmüll durch Vergärung einer nach einer mechanischen Vorbehandlung durch Lösen organischer Bestandteile des Restmülls in Prozeßwasser gewonnenen Suspension, wobei Biogas als verwertbarer Brennstoff erzeugt wird und aus der Vergärung ein Schlamm mit teilweise unvergorenen und ggf. enthaltenen unvergärbaren organischen Bestandteilen aus der Vergä-

rung abgezogen wird, dadurch gekennzeichnet,
 daß der abgezogene Schlamm anschließend einer
 NaBoxidation unterzogen wird,
 daß die verbleibenden Feststoffe nach der NaBoxi-
 dation vom Prozeßwasser abgetrennt und als dep- 5
 nierbares oder verwertbares Endprodukt gewon-
 nen werden und
 daß das Prozeßwasser einer Abwasseraufbereitung
 unterzogen wird.
 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn- 10
 zeichnet, daß die Vergärung nur bis zum Abbau
 von maximal 90%, vorzugsweise maximal 75% und
 besonders bevorzugt maximal 60% der anfänglich
 in der Suspension enthaltenen vergärbaren Be-
 standteile durchgeführt wird. 15
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß beim Lösen der organischen Be-
 standteile im Prozeßwasser eine aufschwimmende
 Leichtfraktion und eine Schwerstofffraktion von
 der Suspension abgetrennt werden. 20
 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Leichtstofffraktion nach einer
 Zerkleinerung auf eine Korngröße unter 5 mm,
 vorzugsweise unter 3 mm, in den aus der Vergä-
 rung abgezogenen Schlamm gemischt und das Gem- 25
 isch der NaBoxidation zugeführt wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
 dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil
 der durch die NaBoxidation frei werdenden Wärme
 zur Beheizung der Vergärung genutzt wird. 30
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet, daß das gereinigte Pro-
 zeßwasser im Sinne eines geschlossenen Prozeß-
 wasserkreislaufs rezykliert und wieder zum Lösen
 der organischen Bestandteile benutzt wird. 35
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 dadurch gekennzeichnet, daß die NaBoxidation als
 unterkritische NaBoxidation, vorzugsweise in ei-
 nem Tiefschachtreaktor, ausgeführt wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 40
 dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Vor-
 behandlung des Restmülls eine Grobzerkleinerung
 und ein Absieben auf eine Teilchengröße von maxi-
 mal 200 mm einschließt.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 45
 dadurch gekennzeichnet, daß die NaBoxidation
 mindestens bis zu einem TOC-Wert im festen Rest-
 stoff von maximal 3% durchgeführt wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
 dadurch gekennzeichnet, daß die Abtrennung des 50
 Prozeßwassers von den verbleibenden Feststoffen
 durch Preßfiltrieren oder Zentrifugieren erfolgt.
 11. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach
 Anspruch 1, mit einer Einrichtung zur mechani- 55
 schen Vorbehandlung des Restmülls,
 mit einem als Stofflöser ausgebildeten Rührbehäl-
 ter, der an eine Prozeßwasserzuleitung angeschlos-
 sen und fördertechnisch mit der Ausgangsseite der
 mechanischen Vorbehandlung in Verbindung steht,
 mit einer Vergärungseinrichtung, die über eine för- 60
 dertechnische Verbindung an den Stofflöser ange-
 schlossen ist,
 mit einer Abzugsleitung für in der Vergärungsein-
 richtung gebildetes Biogas und
 mit einer Abzugsleitung für Schlamm aus der Ver- 65
 gärungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet,
 daß die Vergärungseinrichtung über die Abzugslei-
 tung für Schlamm an die Eintragsseite einer Naß-

oxidationseinrichtung angeschlossen ist.

12. Anlage nach Anspruch 11, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß der Stofflöser mit einer separaten Ab-
 zugsvorrichtung für Leichtstoffe ausgestattet ist,
 daß diese Abzugsvorrichtung fördertechnisch mit
 der Eintragsseite eines Zerkleinerungsaggregats
 verbunden ist und die Austragsseite des Zerkleiner-
 ungsaggregats eine fördertechnische Verbindung
 zu einem in die Abzugsleitung der Vergärung vor
 der NaBoxidationseinrichtung eingeschalteten Mi-
 scher aufweist.

13. Anlage nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
 dadurch gekennzeichnet, daß die NaBoxidations-
 einrichtung mit einem Fluidkühlsystem zur Abfuhr
 der frei werdenden Oxidationswärme ausgestattet
 ist und die Vergärungseinrichtung einen Wärme-
 austauscher zur Beheizung der Vergärung auf-
 weist, wobei das Fluidkühlsystem an die Wärme
 abgebende Seite des Wärmeaustauschers ange-
 schlossen ist.

14. Anlage nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
 dadurch gekennzeichnet, daß der Stofflöser mit ei-
 ner separaten Abzugsleitung für Schwerstoffe aus
 dem Bodenbereich des Stofflösers ausgestattet ist.

15. Anlage nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
 dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur
 mechanischen Vorbehandlung eine Grobzerkleine-
 rungseinrichtung und eine Siebeinrichtung mit ei-
 ner Maschenweite von maximal 200 mm beinhaltet.

16. Anlage nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
 dadurch gekennzeichnet, daß der NaBoxidations-
 einrichtung eine Fest-Flüssig-Trenneinrichtung ins-
 besondere in Form einer Filterpresse oder einer
 Zentrifuge nachgeschaltet ist, daß die Fest-Flüssig-
 Trenneinrichtung eine Flüssigkeitsableitung auf-
 weist, die zu einer Prozeßwasserreinigungseinrich-
 tung führt, und daß die Ausgangsseite der Prozeß-
 wasserreinigungseinrichtung mit der Prozeßwas-
 serzuleitung des Stofflösers verbunden ist.

17. Anlage nach einem der Ansprüche 11 bis 16,
 dadurch gekennzeichnet, daß die NaBoxidations-
 einrichtung als Tiefschachtreaktor ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

